

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000131143
 PUBLICATION DATE : 12-05-00

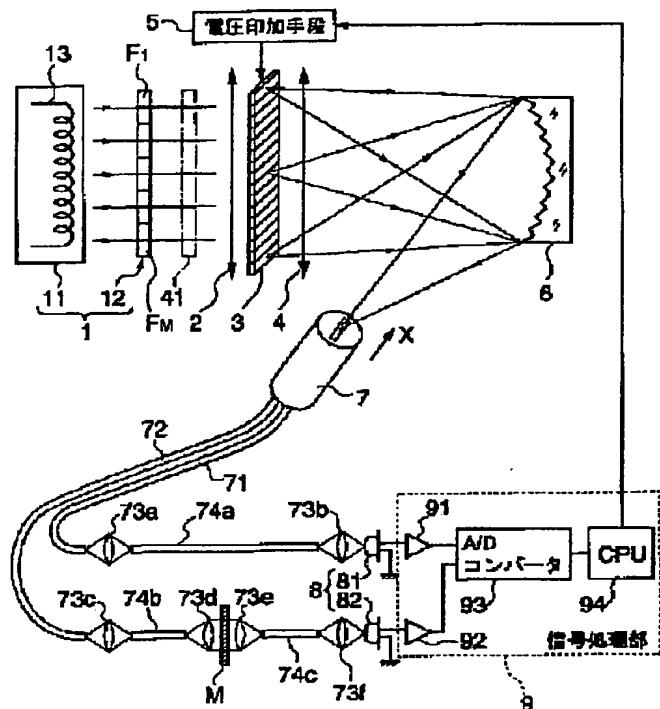
APPLICATION DATE : 27-10-98
 APPLICATION NUMBER : 10305925

APPLICANT : MINOLTA CO LTD;

INVENTOR : NAKAMURO MASAO;

INT.CL. : G01J 3/08 G01J 3/04 G01J 3/18

TITLE : SPECTROSCOPE AND MEASURING APPARATUS WITH THE SPECTROSCOPE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To simply constitute an optical system by reducing the number of optical parts.

SOLUTION: The spectrometer is provided with an optical shutter array 3 where a plurality of optical shutter devices transmitting or interrupt an incident light in respond to an applied voltage are arranged, a voltage applying means 5 applying a voltage to each optical shutter device to transmit or interrupt an incident light, a light source 13 emitting a light with a plurality of wave length components, a plurality of band-pass filters F1-FM transmitting mutually different wave length bands of lights, and a lighting means 1 introducing a light from the light source 13 to a corresponding optical shutter device through each band-pass filter, and a concave surface diffraction grating 6 dispersing a transmitted light transmitted through each shutter device based on a wave length.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 1 J	3/08	G 0 1 J	2 G 0 2 0
3/04		3/04	
3/18		3/18	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O.L (全 14 頁)

(21)出願番号	特願平10-305925	(71)出願人	000006079 ミノルタ株式会社 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
(22)出願日	平成10年10月27日 (1998.10.27)	(72)発明者	長井 康郎 大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪 国際ビル ミノルタ株式会社内
		(72)発明者	大崎 繁 大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪 国際ビル ミノルタ株式会社内
		(74)代理人	100067828 弁理士 小谷 悅司 (外2名)

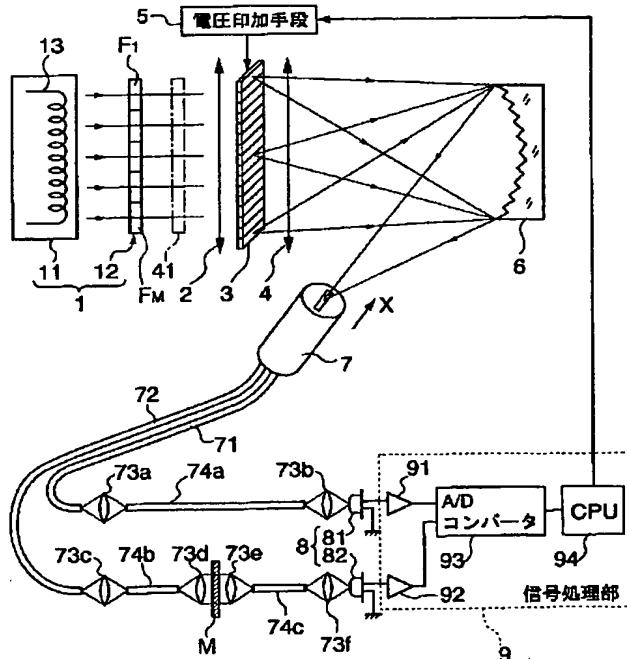
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 分光装置及びこの分光装置を備えた測定装置

(57)【要約】

【課題】 光学部品点数を低減して光学系を簡素に構成する。

【解決手段】 印加電圧に応じて入射光を透過又は遮断する光シャッタ素子が複数配列されてなる光シャッタアレイ3と、各光シャッタ素子に電圧を印加して、各光シャッタ素子において入射光を透過又は遮断させる電圧印加手段5と、複数の波長成分を有する光を発光する光源13と互いに異なる波長帯の光を透過する複数の帯域通過フィルタF₁～F_Mとを有し、光源13からの光を各帯域通過フィルタを介して対応する光シャッタ素子に導く照明手段1と、各光シャッタ素子を透過した透過光を波長に応じて分散する凹面回折格子6とを備えた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 印加電圧に応じて入射光を透過又は遮断する光シャッタ素子が複数配列されてなる光シャッタアレイと、上記各光シャッタ素子に電圧を印加して、上記各光シャッタ素子において入射光を透過又は遮断させる電圧印加手段と、複数の波長成分を有する光を発光する光源と、互いに異なる波長帯の光を透過する複数の帯域通過フィルタとを有し、上記光源からの光を上記各帯域通過フィルタを介して対応する上記光シャッタ素子に導く照明手段と、上記各光シャッタ素子を透過した透過光を波長に応じて分散する分散手段とを備えたことを特徴とする分光装置。

【請求項2】 請求項1記載の分光装置において、上記帯域通過フィルタと上記光シャッタアレイとの間に介設された偏光子をさらに備え、上記光シャッタアレイは、電気光学効果を有する材料で形成されていることを特徴とする分光装置。

【請求項3】 請求項1又は2記載の分光装置において、上記光源と上記帯域通過フィルタとの間に上記光源からの光を集光する集光手段を介設したことを特徴とする分光装置。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかに記載の分光装置により構成された分光手段と、入射光の強度に応じた電気信号を出力する第1、第2の光検出手段と、

上記分散手段に関して上記光シャッタアレイと共に位置において上記分散手段により分散された分散光を各波長毎に受光して上記第1の光検出手段に導く第1の導光手段と、

上記共役な位置において上記各波長と同一波長の上記分散光を受光して測定試料に導いて照射し、当該測定試料からの光を上記第2の光検出手段に導く第2の導光手段と、

上記第1、第2の光検出手段から出力された電気信号を用いて上記測定試料の分光特性を算出する演算手段とを備えたことを特徴とする測定装置。

【請求項5】 請求項4記載の測定装置において、上記電圧印加手段により所定の変調タイミングで上記各光シャッタ素子に電圧を印加させる制御手段を備え、上記演算手段は、上記電圧印加手段による電圧印加タイミングに関する情報を用いて上記分光特性を算出するものであることを特徴とする測定装置。

【請求項6】 請求項4又は5記載の測定装置において、

上記第1、第2の導光手段は、それぞれ複数の光ファイバで構成され、

上記第1の導光手段を構成する光ファイバの入射端と上記第2の導光手段を構成する光ファイバの入射端とが、

上記共役な位置において、所定の方向に交互に並んで配設されていることを特徴とする測定装置。

【請求項7】 請求項4～6のいずれかに記載の測定装置において、

上記第1、第2の光検出手段の温度を変更する第1、第2の温度変更手段と、

上記第1、第2の光検出手段の温度を検出する第1、第2の温度検出手段と、

上記第1、第2の温度変更手段を駆動する第1、第2の駆動手段と、

上記第1、第2の光検出手段の温度が所定値に維持されるように上記第1、第2の駆動手段の動作を制御する第1、第2の温度制御手段とを備え、

上記第1、第2の駆動手段は、上記第1、第2の温度変更手段を駆動する際の時定数が、それぞれ、第1の時定数と第1の時定数より長い第2の時定数とで切替可能に構成され、

上記第1、第2の温度制御手段は、所定の切替条件を満足したときに、上記第1、第2の駆動手段の時定数を上記第1の時定数から上記第2の時定数に切り替えるものであることを特徴とする測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光シャッタアレイを用いた分光装置及びこの分光装置を備えた測定装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、工業製品の製造プロセスにおいてオンラインで近赤外分光分析による非破壊計測を行うことへの要望が強い。そこで、従来、短時間で計測を行うに好適なマルチスリット分光方式を採用するとともに、更にマルチスリットを電気的に制御可能にした複数の光シャッタ素子からなる光シャッタアレイを用いる分光装置が提案されている(米国特許5,631,735号)。

【0003】上記従来の米国特許5,631,735号では、光源からの光が、回折格子によって波長毎に分散され、集光レンズによって光シャッタアレイに集光され、光シャッタアレイの透過後、再度回折格子によって分散されたあと、集光レンズによって検出器に集光されるように構成され、各光シャッタ素子の開閉により任意の波長の光が透過するようになっている。このように、光シャッタアレイの両側の対称な位置に集光レンズが配置され、光シャッタアレイの端部を透過する光の光量を向上するようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記米国特許5,631,735号に記載の分光装置において、検出器上で光源の像をぼけないように結像させるためには、集光レンズの収差特性を良好にする必要があることか

ら、集光レンズを複数のレンズ部品で構成することとなっていた。また、2個の回折格子を用いていることから、多数の光学部品が必要となり、光学系が複雑になるとともに、コストが上昇するという問題があった。

【0005】本発明は、上記課題を解決するもので、光学部品点数を低減して光学系を簡素に構成した分光装置及びこの分光装置を備えた測定装置を提供すること目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、印加電圧に応じて入射光を透過又は遮断する光シャッタ素子が複数配列されてなる光シャッタアレイと、上記各光シャッタ素子に電圧を印加して、上記各光シャッタ素子において入射光を透過又は遮断させる電圧印加手段と、複数の波長成分を有する光を発光する光源と、互いに異なる波長帯の光を透過する複数の帯域通過フィルタとを有し、上記光源からの光を上記各帯域通過フィルタを介して対応する上記光シャッタ素子に導く照明手段と、上記各光シャッタ素子を透過した透過光を波長に応じて分散する分散手段とを備えたことを特徴としている（請求項1）。

【0007】この構成によれば、光源から複数の波長成分を有する光が発光され、互いに異なる波長帯の光を透過する複数の帯域通過フィルタを介して対応する光シャッタ素子に導かれ、光シャッタ素子に電圧が印加され、印加電圧に応じて入射光が透過又は遮断され、光シャッタ素子を透過した透過光が波長に応じて分散されることにより、光源から光シャッタ素子までの光学系が簡易になり、これによって光学部品による光量の損失が発生するのが防止される。

【0008】また、請求項1記載の分光装置において、上記帯域通過フィルタと上記光シャッタアレイとの間に介設された偏光子をさらに備え、上記光シャッタアレイは、電気光学効果を有する材料で形成されていることを特徴としている（請求項2）。

【0009】この構成によれば、帯域通過フィルタと光シャッタアレイとの間に偏光子が介設されることにより、直線偏光成分を有する光のみが光シャッタアレイに入射することとなり、電気光学効果を有する材料で形成された光シャッタアレイにより確実に光の透過又は遮断が行われる。このとき、帯域通過フィルタにより偏光子に入射する光の波長成分が制限されているので、偏光子の発熱が抑制される。

【0010】また、請求項1又は2記載の分光装置において、上記光源と上記帯域通過フィルタとの間に上記光源からの光を集光する集光手段を介設したことを特徴としている（請求項3）。

【0011】この構成によれば、光源と帯域通過フィルタとの間に光源からの光を集光する集光手段が介設されていることにより、光シャッタアレイに光源からの光が効率よく入射することとなる。

【0012】また、請求項1～3のいずれかに記載の分光装置により構成された分光手段と、入射光の強度に応じた電気信号を出力する第1、第2の光検出手段と、上記分散手段に関して上記光シャッタアレイと共に位置において上記分散手段により分散された分散光を各波長毎に受光して上記第1の光検出手段に導く第1の導光手段と、上記共役な位置において上記各波長と同一波長の上記分散光を受光して測定試料に導いて照射し、当該測定試料からの光を上記第2の光検出手段に導く第2の導光手段と、上記第1、第2の光検出手段から出力された電気信号を用いて上記測定試料の分光特性を算出する演算手段とを備えたことを特徴としている（請求項4）。

【0013】この構成によれば、分散手段に関して光シャッタアレイと共に位置において分散光が各波長毎に受光されて第1の光検出手段に導かれ、一方、上記共役な位置において上記各波長と同一波長の分散光が受光され、測定試料に導かれて照射され、当該測定試料からの光、例えば透過光又は反射光が第2の光検出手段に導かれる。そして、第1、第2の光検出手段から出力された電気信号を用いて測定試料の分光特性、例えば分光透過特性又は分光反射特性が算出されることにより、簡易な構成の光学系により測定試料の分光特性が好適に求められることとなる。

【0014】また、請求項4記載の測定装置において、上記電圧印加手段により所定の変調タイミングで上記各光シャッタ素子に電圧を印加させる制御手段を備え、上記演算手段は、上記電圧印加手段による電圧印加タイミングに関する情報を用いて上記分光特性を算出するものであることを特徴としている（請求項5）。

【0015】この構成によれば、所定の変調タイミングで各光シャッタ素子に電圧が印加され、この電圧印加タイミングに関する情報を用いて測定試料の分光特性が算出されることにより、分光特性の算出が好適に行われることとなる。

【0016】また、請求項4又は5記載の測定装置において、上記第1、第2の導光手段は、それぞれ複数の光ファイバで構成され、上記第1の導光手段を構成する光ファイバの入射端と上記第2の導光手段を構成する光ファイバの入射端とが、上記共役な位置において、所定の方向に交互に並んで配設されていることを特徴としている（請求項6）。

【0017】この構成によれば、第1の導光手段を構成する光ファイバの入射端と第2の導光手段を構成する光ファイバの入射端とが、上記共役な位置において、所定の方向に交互に並んで配設されることにより、第1の導光手段と第2の導光手段とに、互いに同一波長の分散光が受光されることとなり、これによって測定試料の分光特性が好適に求められることとなる。

【0018】また、請求項4～6のいずれかに記載の測定装置において、上記第1、第2の光検出手段の温度を

変更する第1、第2の温度変更手段と、上記第1、第2の光検出手段の温度を検出する第1、第2の温度検出手段と、上記第1、第2の温度変更手段を駆動する第1、第2の駆動手段と、上記第1、第2の光検出手段の温度が所定値に維持されるように上記第1、第2の駆動手段の動作を制御する第1、第2の温度制御手段とを備え、上記第1、第2の駆動手段は、上記第1、第2の温度変更手段を駆動する際の時定数が、それぞれ、第1の時定数と第1の時定数より長い第2の時定数とで切替可能に構成され、上記第1、第2の温度制御手段は、所定の切替条件を満足したときに、上記第1、第2の駆動手段の時定数を上記第1の時定数から上記第2の時定数に切り替えるものであることを特徴としている（請求項7）。

【0019】この構成によれば、第1、第2の駆動手段は、第1、第2の温度変更手段を駆動する際の時定数が、それぞれ、第1の時定数と第1の時定数より長い第2の時定数とで切替可能に構成され、所定の切替条件を満足したとき、例えば第1、第2の光検出手段の温度が所定値に到達したときや所定時間が経過したときに、第1、第2の駆動手段の時定数が第1の時定数から第2の時定数に切り替えられることにより、第1、第2の光検出手段の温度の所定値への到達が素早く行われるとともに、切替後は第1、第2の光検出手段の温度変動が低減される。

【0020】なお、第1、第2の温度制御手段は、一方の所定条件が満足されたときに、第1、第2の駆動手段の時定数の切替を同時にを行うようにしてよい。

【0021】

【発明の実施の形態】まず、図1～図3を用いて、本発明に係る分光装置を備えた測定装置の一実施形態の全体構成について説明する。図1は同実施形態を模式的に示す構成図、図2は光シャッタ素子を示す図、図3は2分岐ファイバの構成図、図4は各部の位置関係を示す図である。

【0022】この測定装置は、図1に示すように、照明手段1、偏光子2、光シャッタアレイ3、検光子4、電圧印加手段5、凹面回折格子（分散手段）6、2分岐ファイバ7、光検出部8及び信号処理部9などを備え、測定試料Mの分光透過特性を測定するものである。

【0023】照明手段1は、光源ユニット11及びフィルタ12を備え、光源ユニット11は、光源13を備えている。光源13は、例えば直線状のフィラメントからなり、複数の波長成分を有する光を発光する。フィルタ12は、互いに異なる波長帯の光を透過するM個の帯域通過フィルタF₁～F_Mから構成される。

【0024】偏光子2、検光子4は、ポリビニルアルコールとヨウ素からなる偏光フィルムやCaF₂等の基板にアルミニウム導体を平行に線引きしたワイヤグリッド偏光子等が用いられ、入射する光の直線偏光成分のみを透過するもので、光シャッタアレイ3を挟んで、偏光子2が

入射光側に配置され、検光子4が透過光側に配置されるとともに、透過する光の偏光角度が互いに直角になるように配置されている。

【0025】光シャッタアレイ3は、例えばPLZT等の電気光学効果の大きい材料で形成され、図2に示すように、スリット形状の光シャッタ素子S₁～S_Nを備えている。電圧印加手段5は、光シャッタアレイ3に電圧を印加して、各光シャッタ素子S₁～S_Nを個別にオンにして入射光を透過させるもので、電圧を印加しないときは入射光が遮断されることとなる。

【0026】凹面回折格子6は、入射光を波長に応じて回折するもので、図1の長手方向Xにおいて各波長に応じた位置に回折光を集光するように構成されている。このため、光シャッタ素子S₁～S_Nを透過した光は、凹面回折格子6によって回折された後、2分岐ファイバ7に入射する。

【0027】2分岐ファイバ7は、複数の光ファイバの束で構成され、その口金はスリット形状をしており、図3に示すように、各光ファイバの入射端が一方向に直線状に並んで配置されている。

【0028】2分岐ファイバ7の光ファイバ（第1の導光手段）71, …は、入射光を直接光検出部8に導く光量モニタ用で、光ファイバ（第2の導光手段）72, …は、入射光を測定試料Mを介して光検出部8に導く測定用で、光ファイバ71の入射端と光ファイバ72の入射端とが交互に配置されている。これによって、光量モニタ用と測定用とで入射光が同一波長になるようにしている。

【0029】2分岐ファイバ7の入射端は、凹面回折格子6に関して光シャッタ素子S₁～S_Nと共に位置に配置されている。これによって、図4に示すように、光が透過する光シャッタ素子S_i（i=1, 2, …, N）のスリットの位置と、凹面回折格子6の位置と、2分岐ファイバ7の口金70のスリットの位置とによって決まる特定の波長λ_i（i=1, 2, …, N）の光を得ることができる。

【0030】図1に戻り、光検出部8は、光量モニタ用の受光センサ（第1の光検出手段）81と、測定用の受光センサ（第2の光検出手段）82とを備えている。受光センサ81, 82は、入射光の強度に応じた電気信号を出力するもので、同一構成になっている。

【0031】そして、光ファイバ71により導かれた光は、レンズ73aにより集光された後、更に光ファイバ74aにより導かれ、レンズ73bにより受光センサ81の受光面に結像される。

【0032】一方、光ファイバ72により導かれた光は、レンズ73cにより集光された後、更に光ファイバ74bにより導かれ、レンズ73dにより平行光にされて測定試料Mに照射される。そして、測定試料Mの透過光は、レンズ73eにより集光され、光ファイバ74c

により導かれ、レンズ73fにより受光センサ82の受光面に結像される。

【0033】信号処理部9は、増幅器91, 92、A/Dコンバータ93及びCPU94を備えている。増幅器91, 92は、受光センサ81, 82から出力される電気信号を増幅するもので、A/Dコンバータ93は、各電気信号をアナログ値からデジタル値に変換するものである。

【0034】CPU94は、以下の機能を有する。

(1) 電圧印加手段5による各光シャッタ素子S₁～S_Nへの電圧印加タイミングを制御する制御手段としての機能。

(2) 上記電圧印加タイミングに関する情報と、受光センサ81, 82から出力される電気信号レベルとを用いて、測定試料Mの分光透過特性を算出する演算手段としての機能。

なお、CPU94が有する他の機能については後述する。

【0035】例えば、光シャッタ素子S_iをオンにして、受光センサ81, 82から出力される電気信号の比を求めることにより、測定試料Mの特定の波長入_iにおける透過率を求めることができる。また、透過率が既知の標準試料を予め測定して出力値を校正しておくことにより、測定試料Mの透過率の絶対値を求めることができる。

【0036】次に、図面を参照しながら、(A)項～(F)項に分けて、図1に示す各部の構成例、配置例や動作例について説明する。

【0037】(A) 光源ユニット11(図5～図12参照)

図5～図12では、説明の便宜上、光源ユニット11と光シャッタアレイ3との間に配置されたフィルタ12の図示を省略している。

【0038】図5の光源ユニット11は、図1の光源13に代えて、先端にレンズ14aが設けられた小型ランプ14を一列に並べて構成された光源を備えている。このようなレンズ付き小型ランプ14を用いることにより、それぞれ一方向を非常に効率よく照明することができ、これによって、光シャッタアレイ3の長方形のエリアを効率よく照明することができる。

【0039】図6(a) (b)の光源ユニット11は、図5の光源ユニット11を改良したものである。図6

(a)はレンズ付き小型ランプ14を周辺に行くほど傾斜させており、図6(b)はレンズ付き小型ランプ14と光シャッタアレイ3との間にくさび形状の硝材14bを介設している。これらによって、光シャッタアレイ3を透過した光を、凹面回折格子6に効率よく入射させることができる。

【0040】図7の光源ユニット11は、図1の光源13に加えて、後方に向けて出射された光を反射する凹面

ミラー15と、前方に向けて出射された光を集光するロッドレンズ16とを備えている。図8の光源ユニット11は、図7のロッドレンズ16に代えて、レンズアレイ17を備えている。これらの形態でも、図5の光源ユニット11と同様に、光シャッタアレイ3の長方形のエリアを効率よく照明することができる。

【0041】図9の光源ユニット11は、内面が高反射率で、その側面に長方形の開口部18aを有する円筒18の一端から凹面ミラー15を用いて効率よくランプ19の光を入射させるようにしたものである。この形態によれば、円筒18の内面における複数回の反射の後、側面の長方形の開口部18aから一様な光が出射されることとなる。なお、図10に示すように、円筒18bの両端からランプ19の光を入射させるようにしてもよい。

【0042】図11の光源ユニット11は、ランプ19からの光を光ファイバの束からなるバンドルファイバ20の一端に凹面ミラー15を用いて集光し、バンドルファイバ20の出口側の形状を長方形にすることによって、光シャッタアレイ3の長方形エリアを照明するようにしたものである。

【0043】図12の光源ユニット11は、セラミックヒータ21を光源として用いたものである。このように、光源としては、フィラメントランプに限らず、測定波長領域の波長成分を有する光を発光するものであればよい。

【0044】(B) フィルタ12(図13、図14参照)

フィルタ12を構成する各帯域通過フィルタF₁～F_Mは、図13に示すような分光透過特性を有する。すなわち、帯域通過フィルタF₁は波長λ₁～λ₂を透過し、帯域通過フィルタF₂は波長λ₂～λ₃を透過し、帯域通過フィルタF_Mは波長λ_{N-1}～λ_Nを透過する。なお、本実施形態では測定波長範囲をλ₁～λ_Nとする。

【0045】そして、照明手段1は、光源ユニット11により所定の照明エリア、すなわちフィルタ12全体を照明し、光源ユニット11からの光を、図14に示すように、各帯域通過フィルタF₁～F_Mを介して対応する光シャッタ素子S₁～S_Nに導くように構成されている。

【0046】このように、帯域通過フィルタF₁～F_Mを光源ユニット11と光シャッタアレイ3との間に配置し、光シャッタアレイ3の各光シャッタ素子S₁～S_Nの位置に応じて必要な波長成分の光を透過し、それ以外の波長成分の光を遮断することにより、高次の回折光が2分岐ファイバ7に入射しないようにすることができる。

【0047】高次の回折光が2分岐ファイバ7に入射しないようにするためには、各帯域通過フィルタF_j(j=1, 2, …, M)の透過波長領域(λ_{j, min}, λ_{j, max})において、下記数1の関係を満たしていれば

よい。

【0048】

【数1】 $\lambda_{j,\max} < 2 \cdot \lambda_{j,\min}$

また、フィルタ12によって、必要な波長成分以外の光を透過させないようにすることにより、偏光子2の発熱を抑制することができる。特に、偏光子2として、フィルムタイプのものを使用する場合には、偏光子2が光源ユニット11からの光を吸収して発熱しても、偏光子2の温度が使用温度範囲を越えてしまうことを防止することができる。この場合、各帯域通過フィルタF₁～F_mの透過波長範囲（ $\lambda_{j,\max} - \lambda_{j,\min}$ ）が小さいほど、偏光子2の発熱を抑えることができる。

【0049】(C) 光シャッタアレイ3 (図15～図18参照)

図15は光シャッタアレイ3の部分斜視図である。光シャッタアレイ3は、薄板形状で、その入射光側には横長で直方体形状の凸部31がN個並設されている。各凸部31間に形成される凹部には、共通電極32及び個別電極33(図中、ハッチング部分)が交互に櫛の歯状に蒸着等によって形成配設されている。

【0050】共通電極32は、配線ケーブル32aを介して接地され、個別電極33は、それぞれ配線ケーブル33aを介して電圧印加手段5に接続されており、両電極で挟まれた凸部31によって、上記図2に示す光シャッタ素子S₁～S_Nが形成される。そして、電圧印加手段5により、共通電極32と個別電極33との間に電圧が印加されると、挟まれた位置の光シャッタ素子S₁～S_N(図2)がオンにされて入射光を透過し、電圧が印加されないときは光シャッタ素子S₁～S_N(図2)はオフにされて入射光を遮断する。

【0051】図16は異なる構成の光シャッタアレイ3を示す斜視図である。この光シャッタアレイ3は、凸部31を2列に並べ、かつ各列が半ピッチずれるように形成し、プリント配線基板34の孔に嵌め込まれている。この光シャッタアレイ3によって、図17に示すように光シャッタ素子S₁～S_Nが形成される。従って、凸部31を形成する際のピッチ縮小化の限界から更にピッチを1/2にすることができるところから、分光スペクトルの分解能を2倍にすることができる。

【0052】図18は図16の光シャッタアレイ3の周辺のモジュール構成例を示す図で、(a)は正面図、

(b)は(a)のB矢視図、(c)は(a)のC-C線断面図、(d)は(a)のD-D線断面図である。PLZTの特性は温度に依存して変化するので、測定精度向上のためには環境温度が変化してもPLZTの温度を一定に維持する必要がある。そこで、図18のモジュールは、光シャッタアレイ3の温度を制御する手段を備えている。

【0053】図18において、金属ブロック35は、光シャッタアレイ3の光を透過しない非シャッタ部分に接

着され、光シャッタアレイ3の温度の安定化を図るものである。更に、金属ブロック35に接着されたヒータ又はペルチエ素子からなる加熱手段36と、温度制御回路37と、図18(d)に示すように金属ブロック35に埋め込まれた温度センサ38とを備えている。

【0054】そして、温度制御回路37は、加熱手段36に電流を供給する電流供給手段を備え、温度センサ38によって検出される光シャッタアレイ3の温度が一定になるように加熱手段36に供給する電流を制御するものである。

【0055】また、図18のモジュールは、測定波長範囲の光を透過する光学材料からなる封止部材39によって光シャッタアレイ3の表面を封止している。これによって、電圧印加手段5(図1)による光シャッタアレイ3への印加電圧が百数十Vと非常に高いため、結露等による短絡を防止することができる。

【0056】なお、CPU94が、温度センサ38によって検出される光シャッタアレイ3の温度を判定する機能と、この温度が一定になるように加熱手段36に供給する電流を制御する機能とを有するようにしてもよい。

【0057】(D) 凹面回折格子6(図19～図21参照)

図19～図21は凹面回折格子6の配置例を示す図である。図19に示すように、光シャッタアレイ3の中心における法線と、凹面回折格子6の中心軸とを一致させて配置すると、光シャッタアレイ3上の点Q1を透過した光による凹面回折格子6からの0次光(正反射光)は、光シャッタアレイ3上の点Q2に集光され、光シャッタアレイ3の表面で反射された後、再び凹面回折格子6に入射し、その回折光が2分岐ファイバ7に入射すると、迷光が発生してしまう。

【0058】そこで、そのような迷光の発生を防止するために、図20に示すように、凹面回折格子6を角度θだけ水平方向に傾斜して配置すればよい。

【0059】すなわち、図20では、光シャッタアレイ3の点Q1を透過した光による凹面回折格子6からの0次光は、光シャッタアレイ3外の点Q3に集光するように構成されている。この場合には、光シャッタアレイ3の周囲の部材に反射率が低下するような処理を施すことにより、点Q3に集光した光が再び凹面回折格子6に戻って、2分岐ファイバ7に入射する迷光を非常に少なくすることができる。

【0060】また、図21に示すように、凹面回折格子6の中心を通る法線が、光シャッタアレイ3の中心を通る法線に対して光シャッタ素子の長手方向に寸法dだけずれるように配置しても、同様に、2分岐ファイバ7に入射する迷光を非常に少なくすることができる。

【0061】(E) 光検出部8(図22、図23参照)

図22は受光センサ81、82の構成図である。一般に、受光センサの温度が変化すると、その分光感度が変

化してしまう。そこで、本測定装置のように、受光センサ81, 82から出力される電気信号の比を用いて測定試料Mの透過率を求める場合には、各受光センサ81, 82の温度を一定にするとともに、温度変動が極力小さくなるように制御する必要がある。

【0062】受光センサ81(82)として、図22に示すように、受光部L1(L2)とともに、ペルチ工素子P1(P2)及び温度センサT1(T2)がセンサモジュールに内蔵されたものが知られており、温度センサT1(T2)の検出温度が設定温度になるようにペルチ工素子P1(P2)に供給する電流を制御することによって、受光センサ81(82)の温度を一定に維持することができる。

【0063】図23は受光センサ81, 82の温度制御回路を示す回路図である。抵抗Raは、温度センサT1, T2の検出温度が設定温度Taのときの抵抗値に等しい抵抗値のものが採用され、差動増幅器A1(A2)は、温度センサT1(T2)の抵抗値と抵抗Raの抵抗値との差を増幅するもので、ドライバD1(D2)は、差動増幅器A1(A2)の出力値に応じた電流をペルチ工素子P1(P2)に供給するものである。

【0064】マルチプレクサM1(M2)は、抵抗R11, R12(R21, R22)を切り替えることにより回路の時定数を切り替えるものである。ここで、抵抗R11, R12, R21, R22は、抵抗値が、それぞれR1, R2, R1, R2のものが採用され、R1 < R2に設定されており、コンデンサCの容量はCとする。従って、マルチプレクサM1(M2)により、抵抗R11(R21)を接続すると、回路の時定数が(C·R1)になり、抵抗R12(R22)を接続すると、回路の時定数が(C·R2)になる。このとき、(C·R1) < (C·R2)である。

【0065】抵抗Rbは、温度センサT1, T2の検出温度が設定温度Taより多少高い温度Tbのときの抵抗値に等しい抵抗値のものが採用されている。コンパレータCP1, CP2は、温度センサT1, T2の検出温度が温度Tbに達しているか否かを検出し、検出温度が温度Tbに達するまでは抵抗R11, R21を接続させておき、検出温度が温度Tbに達すると、マルチプレクサM1, M2のスイッチを切り替えて、抵抗R12, R22を接続させる。

【0066】この構成により、装置の電源投入時には受光センサ81, 82の温度を設定温度に早く到達させることができ、設定温度に到達後には受光センサ81, 82の温度変動を極力抑制することができる。

【0067】なお、ペルチ工素子P1, P2は、加熱又は冷却のいずれでも、受光センサ81, 82の温度が変更できればよい。また、ペルチ工素子P1, P2に代えてヒータを用いてもよい。また、図23の回路では、マルチプレクサM1, M2を同時に制御するようにしてい

るが、それぞれ個別に制御するようにしてもよい。また、コンパレータCP1, CP2に代えて、CPU94が、マルチプレクサM1(M2)を制御して、装置の電源投入時には抵抗R11(R21)を接続し、所定の切替条件を満足したとき、例えば電源投入から所定時間が経過したときに、抵抗R12(R22)を接続するように切り替える機能を有するようにしてもよい。上記所定時間は、受光センサ81, 82が設定温度に到達するのに要する時間程度に設定しておけばよい。なお、上記所定の切替条件は、所定時間の経過に限られない。例えば、温度センサT1, T2からの出力信号をCPU94に入力し、CPU94は、温度を判定するとともに、設定温度に到達したときに切替条件を満足したとして、マルチプレクサM1, M2の切替制御を行うようにしてもよい。

【0068】(F) 信号処理部9(図24～図27参照)

図24はシーケンシャルスキャン法における光シャッタアレイ3の駆動を示すタイミングチャートである。図24の動作は、光シャッタ素子を1つずつ順番にオンにするもので、光シャッタ素子Si(i=1, 2, ..., N)をオンにすると、その光シャッタ素子Siの位置に応じて、単色光入i(i=1, 2, ..., N)が得られる。それぞれの波長入iの光について、受光センサ81, 82から出力される電気信号の比を求めることにより、測定試料Mの各波長入i(i=1, 2, ..., N)に対する透過率を求めることができる。

【0069】図25はフーリエ変換分光法における光シャッタアレイ3の駆動を示すタイミングチャートである。図25の動作は、光シャッタアレイ3を同時に、かつ各光シャッタ素子i(i=1, 2, ..., N)毎に異なる周波数fi(i=1, 2, ..., N)でオンオフさせるものである。これによって、2分岐ファイバ7には、各波長入i(i=1, 2, ..., N)毎に異なる周波数fi(i=1, 2, ..., N)で変調された信号がマルチプレクスされて入射することになる。そして、図1に示すように、光量モニタ用の光ファイバ71に入射した光はそのまま受光センサ81に入射し、測定用の光ファイバ72に入射した光は、測定試料Mの分光透過率による振幅変調を受けた後、受光センサ82に入射する。受光センサ81, 82から出力された電気信号は、それ同時に増幅され、A/D変換された後、CPU94に取り込まれる。

【0070】そして、CPU94により高速フーリエ変換演算をすることによって、図26に示すように、信号の各周波数成分の振幅が求められる。

【0071】各光シャッタ素子Si(i=1, 2, ..., N)の駆動周波数fi(i=1, 2, ..., N)が既知であるので、信号の各周波数fiの振幅が各波長入i(i=1, 2, ..., N)の光強度に対応することとなる。

【0072】この方法によれば、シーケンシャルスキャン法に比べて各波長毎の測定時間が長くなる分だけS/Nの向上を図ることができる。

【0073】なお、特定の波長の透過率を求める場合には、それらの波長に対応する光シャッタ素子のみをオンオフすればよい。

【0074】図27はアダマール変換分光法における光シャッタアレイ3の駆動を示すタイミングチャートである。図27の動作は、光シャッタアレイ3の各光シャッタ素子 S_i ($i = 1, 2, \dots, N$)を一定周期毎に時系列的に開閉(オンオフ)させるもので、各光シャッタ素子 S_i の開閉パターンは、アダマール行列 $[w_{ij}]$ の各行の成分の1及び0の値に応じて、1のときは光シャッタ素子 S_i を開き(オンにし)、0のときは光シャッタ素子 S_i を閉じる(オフにする)ように設定する。

【0075】ここで、光シャッタ素子 S_i ($i = 1, 2, \dots, N$)が開いたときに受光センサ81, 82に入射する光量を e_i ($i = 1, 2, \dots, N$)とすると、各周期 j ($j = 1, 2, \dots, K$)において受光センサ81, 82に入射する光量 x_j ($j = 1, 2, \dots, K$)は、その周期において開いている光シャッタ素子 S_i ($i = 1, 2, \dots, N$)からの光量の和となる。従って、列ベクトル $\{e_i\}$ と列ベクトル $\{x_j\}$ との関係は、下記数2のようになる。

【0076】

【数2】 $\{x_j\} = \{e_i\} \cdot [w_{ij}]$

但し、 $\{x_j\} = [x_1, x_2, \dots, x_K]$ 、 $\{e_i\} = [e_1, e_2, \dots, e_N]$ 、 $w_{ij} = 1 \text{ or } 0$ ($i = 1, 2, \dots, N$)

($j = 1, 2, \dots, K$)

である。

【0077】 $K \geq N$ の場合には、各光シャッタ素子 S_i ($i = 1, 2, \dots, N$)を透過して受光センサ81, 82に入射する光量 e_i ($i = 1, 2, \dots, N$)は、受光センサ81, 82から出力される時系列データ x_j ($j = 1, 2, \dots, K$)を用いて下記数3に従って算出される。

【0078】

【数3】 $\{e_i\} = \{x_j\} \cdot [w_{ji}] \cdot ([w_{ij}] \cdot [w_{ji}])^{-1}$
各光シャッタ素子 S_i ($i = 1, 2, \dots, N$)を透過して受光センサ81, 82に入射する光の波長は λ_i ($i = 1, 2, \dots, N$)であり、受光センサ81, 82から出力される電気信号により求めた各波長 λ_i の光量 e_i ($i = 1, 2, \dots, N$)の比をそれぞれ求めることにより、測定試料Mの分光透過率を求めることができる。

【0079】このアダマール変換分光法も、フーリエ変換分光法と同様に、各波長毎の測定時間が長くなる分だけS/Nの向上を図ることができる。また、特定の波長の透過率を求める場合には、それらの波長に対応する光シャッタ素子 S_i のみを開閉すればよい。

【0080】このように、本実施形態によれば、複数の波長成分を有する光を発光する光源ユニット11と、互いに異なる波長帯の光を透過する複数の帯域通過フィルタ $F_1 \sim F_m$ を有するフィルタ12を介して対応する光シャッタ素子 S_i に導くようにしたので、光源ユニット11から光シャッタアレイ3までの光学系を簡易にすることができ、これによって光学部品による光量の損失が発生するのを防止することができる。

【0081】また、光源ユニット11として発光波長範囲の広い光源を用いているので、測定波長範囲を広くすることができる。また、入射光の波長成分の透過又は遮断を電気的に行う光シャッタアレイ3を用いることにより、可動部がなく、耐振動性や信頼性を向上できる。

【0082】なお、本発明は、上記実施形態に限らず、以下の変形形態を採用することができる。

(1) 図1に一点鎖線で示すように、光源ユニット11と光シャッタアレイ3との間に拡散板41を配置するようにしてもよい。この形態によれば、光源ユニット11からの光を一様にでき、照度むらの発生を抑制することができる。

【0083】(2) 図28に示すように、光シャッタアレイ3と四面回折格子6との間に集光レンズ42を配置するようにしてもよい。この形態によれば、光シャッタアレイ3の端部を透過した光の2分岐ファイバ7への入射光量を増大することができる。

【0084】(3) 図29に示すように、2分岐ファイバ7に代えて、複数チャネルを有する多分岐ファイバ50を備え、L個の測定試料 $M_1 \sim M_L$ を同時に測定できるようにしてもよい。

【0085】多分岐ファイバ50は、2分岐ファイバ7における光ファイバが複数列並んで各列がそれぞれチャネルを形成している。すなわち、多分岐ファイバ50の口金は、図30に示すように、各チャネル毎にスリット形状をしており、各チャネル毎に光ファイバの入射端が一方に向かって直線状に並んで配置されている。

【0086】そして、CPU94は、マルチプレクサ95を制御して、チャネル毎に順に光検出部8からの電気信号を取り込むようにすればよい。

【0087】なお、図30の形状の多分岐ファイバ50を用いて複数チャネルの測定を行う場合には、同一の光シャッタ素子 S_i がオンしても、光が入射する光ファイバの位置が各チャネル毎に異なるので、各チャネル毎に入射波長を予め調べて波長校正を行なう必要がある。

【0088】(4) 図31は複数の発光ダイオード22を長手方向に並べて構成した照明手段1を示す図である。この形態によれば、各発光ダイオード22の発光波長帯が狭いので、光シャッタアレイ3の位置に応じて必要な波長成分の光を発光する発光ダイオードを配置することによって、光源ユニット11及びフィルタ12の役割を兼用させることができる。

【0089】(5) 図1、図28、図29では、それぞれ測定試料の透過光を光検出部8に導くように構成しているが、測定試料の反射光を光検出部8に導くように構成することにより、測定試料の反射率を測定することができる。

【0090】(6) 上記実施形態では、P L Z Tで形成した光シャッタアレイ3を用いているが、これに限らず、他の電気光学効果を有する材料や、液晶等で形成したもの用いてもよい。

【0091】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1の発明によれば、光源から複数の波長成分を有する光を発光し、互いに異なる波長帯の光を透過する複数の帯域通過フィルタを介して対応する光シャッタ素子に導くようにしたので、光源から光シャッタ素子までの光学系を簡易な構成することができ、これによって、光学部品による光量の損失が発生するのを防止することができる。

【0092】また、請求項2の発明によれば、帯域通過フィルタと光シャッタアレイとの間に偏光子を介設することにより、電気光学効果を有する材料で形成された光シャッタアレイにより確実に光の透過又は遮断を行うことができるとともに、帯域通過フィルタにより偏光子に入射する光の波長成分を制限することができ、これによって、偏光子の発熱を抑制することができる。

【0093】また、請求項3の発明によれば、光源と帯域通過フィルタとの間に光源からの光を集光する集光手段を介設することにより、光シャッタアレイに光源からの光が効率よく入射することができる。

【0094】また、請求項4の発明によれば、分散手段に関して光シャッタアレイと共に各位置において分散光を各波長毎に受光して第1の光検出手段に導き、一方、上記共役な位置において上記各波長と同一波長の分散光を受光し、測定試料に導いて照射し、当該測定試料からの光を第2の光検出手段に導いて、第1、第2の光検出手段から出力された電気信号を用いて測定試料の分光特性を算出することにより、簡易な構成の光学系により測定試料の分光特性を好適に求めることができる。

【0095】また、請求項5の発明によれば、所定の変調タイミングで各光シャッタ素子に電圧を印加し、この電圧印加タイミングに関する情報を用いて測定試料の分光特性を算出することにより、分光特性の算出を好適に行うことができる。

【0096】また、請求項6の発明によれば、第1の導光手段を構成する光ファイバの入射端と第2の導光手段を構成する光ファイバの入射端とを、上記共役な位置において、所定の方向に交互に並んで配設することにより、第1の導光手段と第2の導光手段とに、互いに同一波長の分散光を受光させることができ、これによって測定試料の分光特性を好適に求めることができる。

【0097】また、請求項7の発明によれば、第1、第

2の駆動手段を、第1、第2の温度変更手段を駆動する際の時定数が、それぞれ、第1の時定数と第1の時定数より長い第2の時定数とで切替可能に構成し、所定の切替条件を満足したときに、第1、第2の駆動手段の時定数を第1の時定数から第2の時定数に切り替えることにより、第1、第2の光検出手段の温度の所定値への到達を素早く行うことができるとともに、切替後は第1、第2の光検出手段の温度変動を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る分光装置を備えた測定装置の一実施形態を模式的に示す構成図である。

【図2】光シャッタ素子を示す図である。

【図3】2分岐ファイバの構成図である。

【図4】各部の位置関係を示す図である。

【図5】光源ユニットの構成例を示す図である。

【図6】(a) (b) は光源ユニットの構成例を示す図である。

【図7】光源ユニットの構成例を示す図である。

【図8】光源ユニットの構成例を示す図である。

【図9】光源ユニットの構成例を示す図である。

【図10】光源ユニットの構成例を示す図である。

【図11】光源ユニットの構成例を示す図である。

【図12】光源ユニットの構成例を示す図である。

【図13】フィルタを構成する各帯域通過フィルタの分光透過特性を示す図である。

【図14】照明手段の光源ユニットによる照明状態を示す図である。

【図15】光シャッタアレイの部分斜視図である。

【図16】異なる構成の光シャッタアレイを示す斜視図である。

【図17】図16の光シャッタアレイに形成される光シャッタ素子を示す図である。

【図18】図16の光シャッタアレイの周辺のモジュール構成例を示す図で、(a) は正面図、(b) は温度制御回路を模式的に示す平面図、(c) は(a)のC-C線断面図、(d) は(a)のD-D線断面図である。

【図19】凹面回折格子の配置例を示す図である。

【図20】凹面回折格子の配置例を示す図である。

【図21】凹面回折格子の配置例を示す図である。

【図22】受光センサの構成図である。

【図23】受光センサの温度制御回路を示す回路図である。

【図24】シーケンシャルスキャン法における光シャッタアレイの駆動を示すタイミングチャートである。

【図25】フーリエ変換分光法における光シャッタアレイの駆動を示すタイミングチャートである。

【図26】信号の各周波数成分の振幅の一例を示す図である。

【図27】アダマール変換分光法における光シャッタアレイの駆動を示すタイミングチャートである。

【図28】分光装置を備えた測定装置の変形形態を模式的に示す構成図である。

【図29】分光装置を備えた測定装置の変形形態を模式的に示す構成図である。

【図30】多分岐ファイバの構成図である。

【図31】複数の発光ダイオードを長手方向に並べて構成した照明手段を示す図である。

【符号の説明】

- 1 照明手段
- 1.1 光源ユニット
- 1.2 フィルタ
- 1.3 光源
- 3 光シャッタアレイ
- 5 電圧印加手段
- 6 凹面回折格子（分散手段）
- 7 2分岐ファイバ

7.1 光ファイバ（第1の導光手段）

7.2 光ファイバ（第2の導光手段）

8 光検出部

8.1 受光センサ（第1の光検出手段）

8.2 受光センサ（第2の光検出手段）

9 信号処理部

9.4 CPU（演算手段、制御手段、第1の温度制御手段、第2の温度制御手段）

D.1 ドライバ（第1の駆動手段）

D.2 ドライバ（第2の駆動手段）

F₁ ~ F_M 帯域通過フィルタ

P.1 ペルチエ素子（第1の温度変更手段）

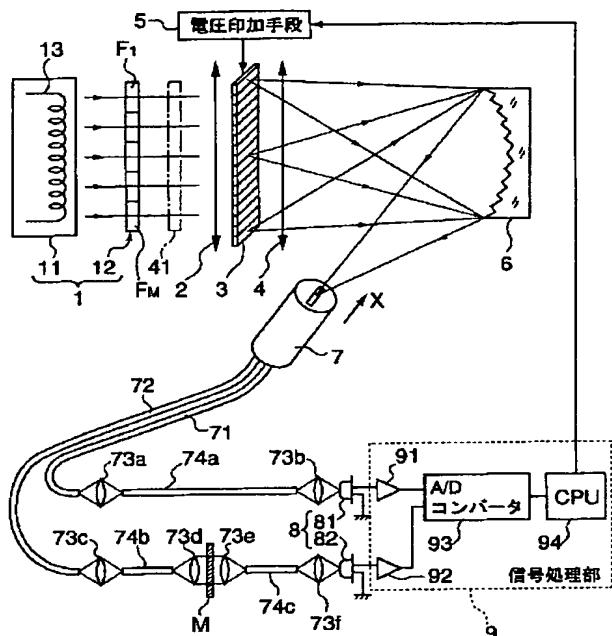
P.2 ペルチエ素子（第2の温度変更手段）

S₁ ~ S_N 光シャッタ素子

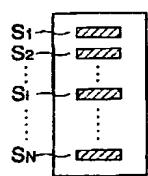
T.1 温度センサ（第1の温度検出手段）

T.2 温度センサ（第2の温度検出手段）

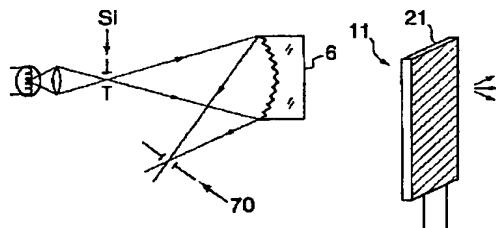
【図1】



【図2】

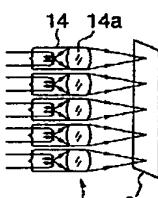


【図4】

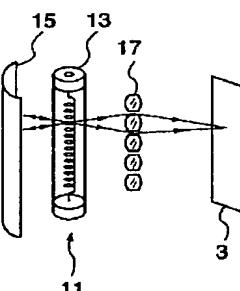


【図12】

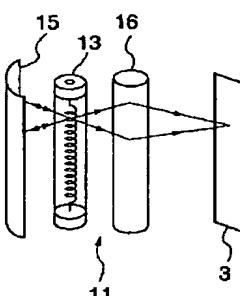
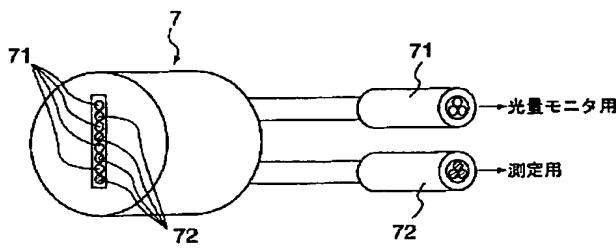
【図5】



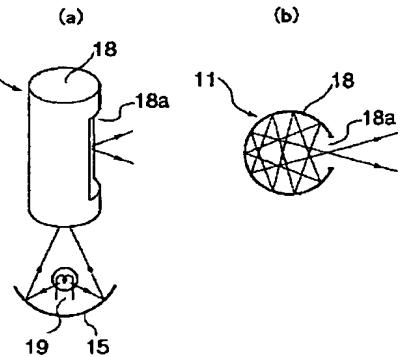
【図8】



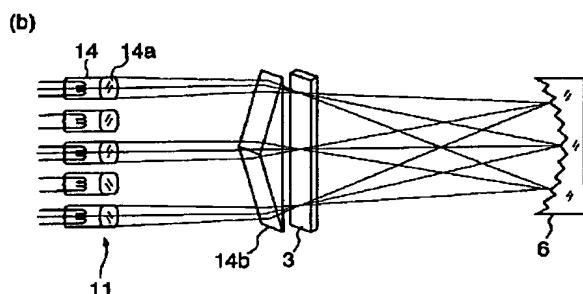
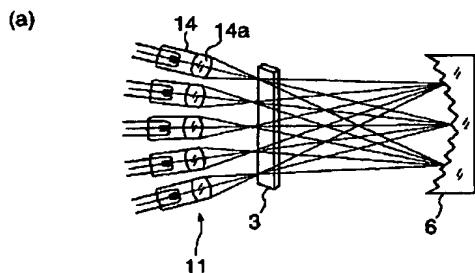
【図3】



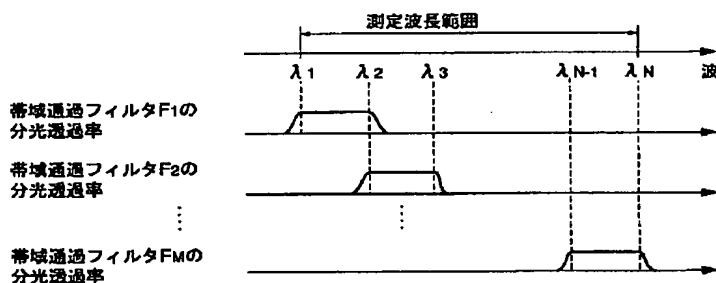
【図9】



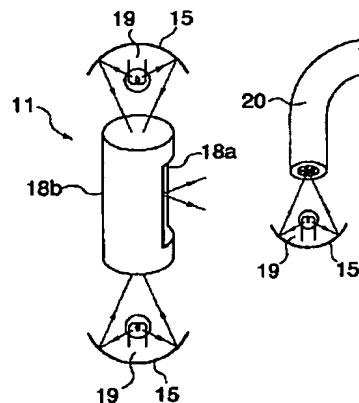
【図6】



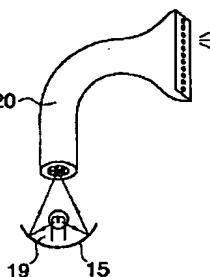
【図13】



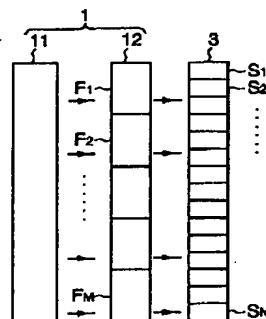
【図10】



【図11】

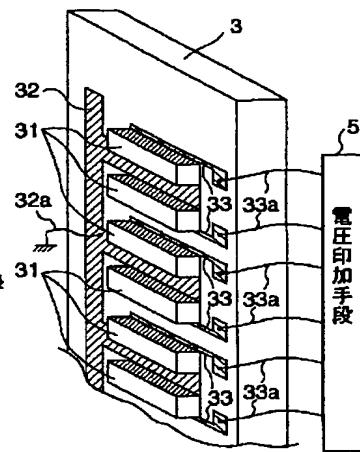


【図14】



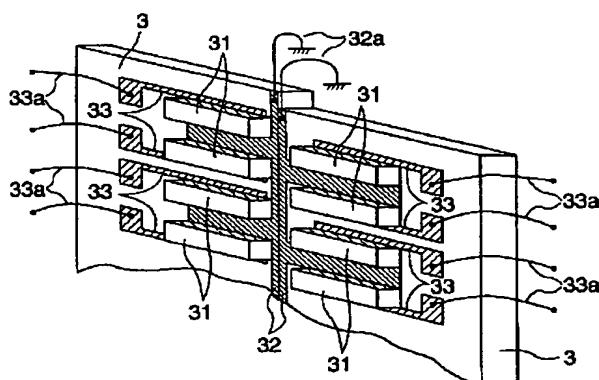
【図22】

【図15】

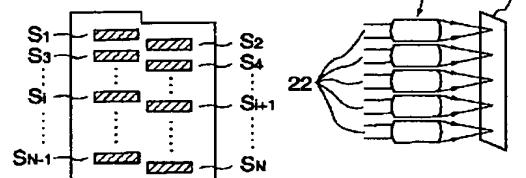


【図31】

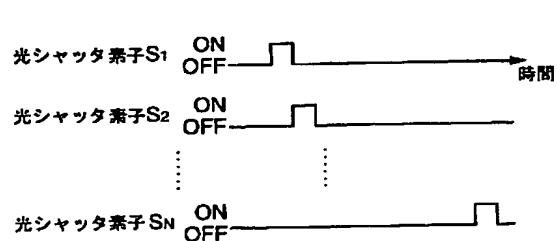
【図16】



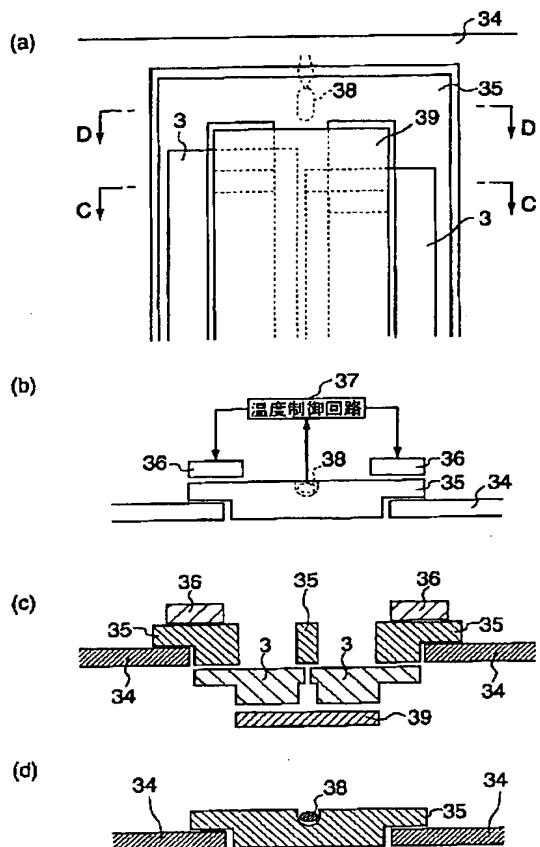
【図17】



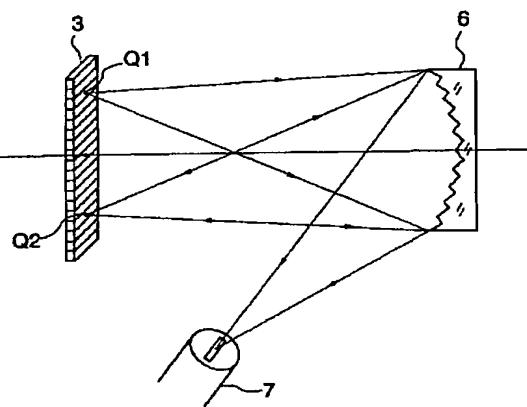
【図24】



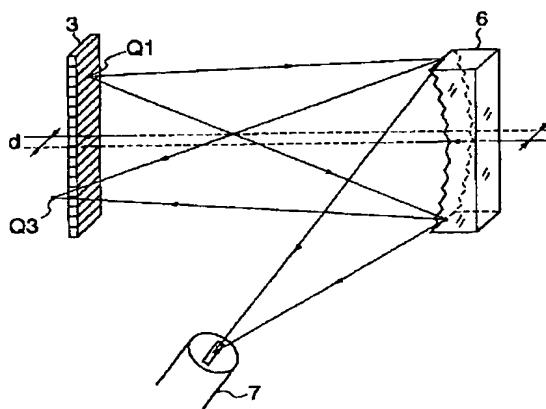
【図18】



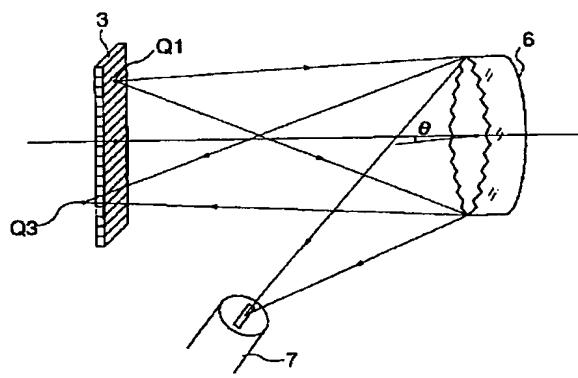
【図19】



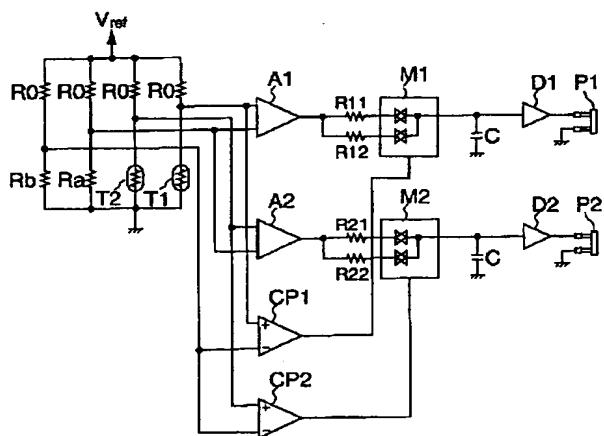
【図21】



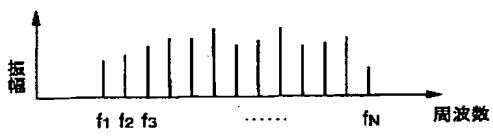
【図20】



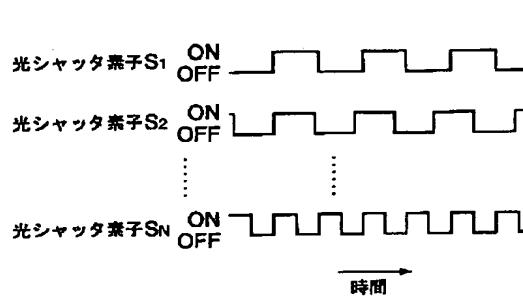
【図23】



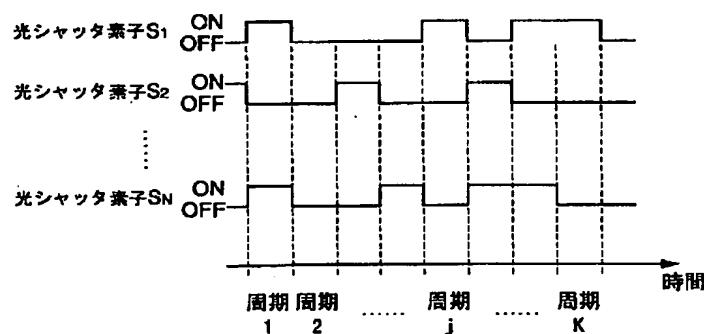
【図26】



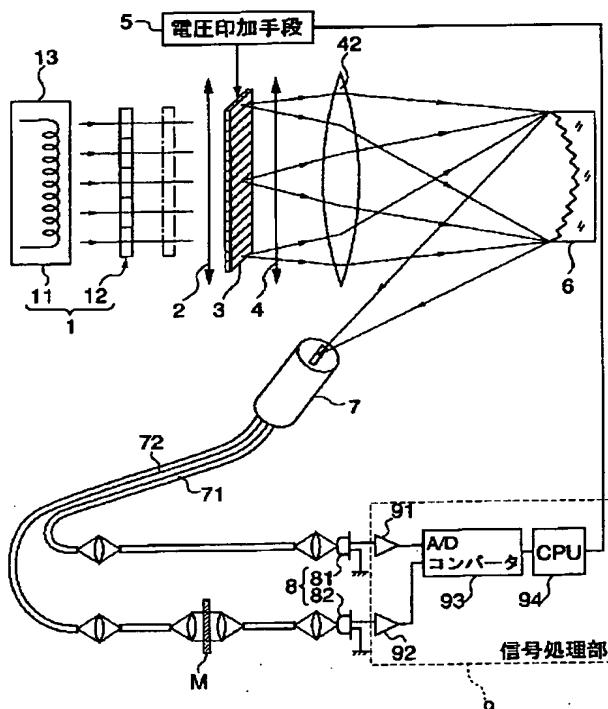
【図25】



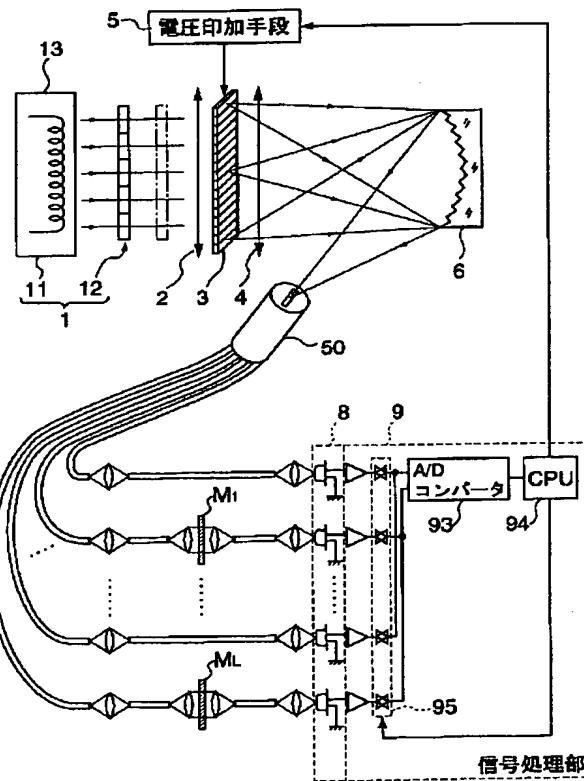
【図27】



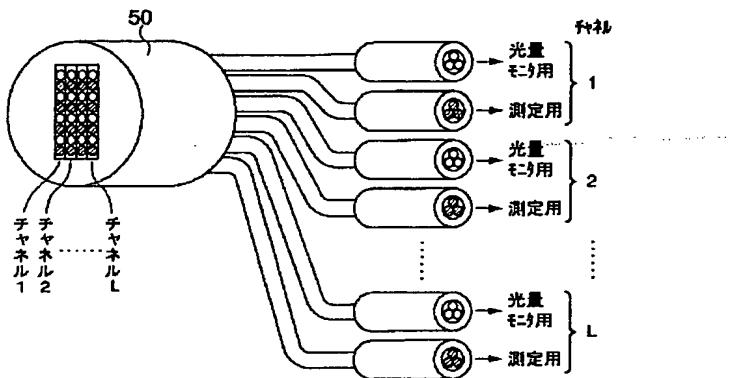
【図28】



【図29】



【図30】



フロントページの続き

(72)発明者 小林 徹

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪
国際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 中室 正雄

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪
国際ビル ミノルタ株式会社内

F ターム(参考) 2G020 AA03 BA02 BA17 CB21 CB27
CB42 CC05 CC26 CC27 CC29
CC42 CC48 CC51 CD12 CD22
CD31 CD32 CD34 CD35 CD41